

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH VARIASI BERAT *FILLER BLACK* KARBON  
AKTIF KULIT BAMBU TERHADAP STRUKTUR DAN  
KEKUATAN TARIK KOMPOSIT POLYESTER**



Tugas Akhir Ini Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar  
Sarjana S-1 Pada Jurusan Teknik Mesin  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

**Disusun oleh :**

**WAHYU TRI MULYANTO**

**NIM : D200110034**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2016**

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidak benaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

**Surakarta, 27 Desember 2016**

Penulis,



**WAHYU TRI MULYANTO**

**D 200 110 034**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul "**PENGARUH VARIASI BERAT *FILLER BLACK* KARBON AKTIF KULIT BAMBU TERHADAP STRUKTUR DAN KEKUATAN TARIK KOMPOSIT POLYESTER**" telah disetujui oleh pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersembahkan oleh :

Nama : Wahyu Tri Mulyanto

Nim : D200110034

Disetujui pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 27 Desember 2016

Pembimbing Utama



(Ir. Ngafwan, MT)

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul " **PENGARUH VARIASI BERAT *FILLER BLACK* KARBON AKTIF KULIT BAMBU TERHADAP STRUKTUR DAN KEKUATAN TARIK KOMPOSIT POLYESTER**" telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji yang telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan Oleh :

Nama : **Wahyu Tri Mulyanto**

NIM : **D 200110034**

Disetujui pada,

Hari : **Selasa**

Tanggal : **27 Desember 2016**

Tim Penguji :

Ketua : **Ir. Ngafwan, MT**

Anggota 1 : **Agus Yulianto, ST, MT**

Anggota 2 : **Ir. Bibit Sugito, MT**

( *Ngafwan* )  
( *Agus Yulianto* )  
( *Bibit Sugito* )



**(Ir. S. Sunarjono, MT, Ph.D)**

Ketua Jurusan,

*Tri Widodo*

**(Tri Widodo B R, ST. MSc. Ph.D)**

## LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta  
375/A.3-II/TM/TA/XI/2015. Nomor ..... Tanggal ..... 10 Nopember 2015

dengan ini :

Nama : Ngafwan, Ir, MT  
Pangkat/Jabatan : Lektor  
Kedudukan : Pembimbing Utama / Pembimbing Kedua \*)  
memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Wahyu Tri Mulyanto  
Nomor Induk : D 200 110 034  
NIRM : -  
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir  
Judul/Topik : PENGARUH FILLER MICRO BLACK CARBON KULIT BAMBU YANG  
DITREATMENT DENGAN  $\text{HNO}_3$  PADA POLYESTER TERHADAP SIFAT FISIS DAN  
Rincian Soal/Tugas : MEKANIS.

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, ..... 10 Nopember 2015  
Pembimbing

Ngafwan, Ir, MT.

Cc. : Agus Yulianto, ST, MT.

Keterangan

\*) Coret salah satu

1. Warna biru untuk Kajur

2. Warna kuning untuk Pembimbing I

3. Warna merah untuk Pembimbing II

4. Warna putih untuk mahasiswa

## **MOTTO**

Musuh yang paling berbahaya diatas dunia ini adalah  
penakut dan bimbang.

Teman yang paling setia hanyalah  
keberania dan keyakinan yang teguh  
(Andrew Jackson)

Hai orang – orang yang beriman,  
jadikanlah sabar dan sholatmu sebagai penolongmu,  
sesungguhnya Allah berserta orang – orang yang sabar.  
(QS. Al – Baqarah : 153)

Tidak ada masalah yang tidak bisa diselesaikan  
selama ada komitmen bersama  
untuk menyelesaikannya  
Harapan itu selalu ada,  
bila kita selalu berusaha dan berdo'a

Lebih baik menyalakan lilin kecil  
Daripada  
Mengutuk kegelapan

Pelajaran yang paling berharga  
adalah  
Pelajaran yang diajarkan untuk diri sendiri

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh harap ridho Allah SWT, teriring perasaan syukur dan sabar yang mendalam serta penghargaan yang tinggi, setelah melewati berbagai ujian dalam perjuangan yang tak kenal lelah, Saya mempersembahkan Tugas Akhir ini kepada :

- Bapak dan Ibu yang dengan segala kasih sayang, kesabaran, keikhlasan dan pengorbanannya yang senantiasa mendukung dan mendo'akanku.
- Teman-teman angkatan 2011 teknik mesin yang selalu kompak dan saling menyemangati antara satu dengan yang lain.
- Almamater ( Universitas Muhammadiyah Surakarta )
- Dosen Universitas Muhammadiyah Surakarta Teknik Mesin yang telah membimbing saya didalam perkuliahan.
- Bapak Dosen pembimbing akademik Ir. Bibit Sugito, MT. Bapak Dosen pembimbing tugas akhir Ir. Ngafwan, MT. saya berterima kasih atas pengarahan dan bimbingannya yang telah banyak saya terima selama berada di Universitas Muhammadiyah Surakarta.

# **PENGARUH VARIASI BERAT *FILLER BLACK* KARBON AKTIF KULIT BAMBU TERHADAP STRUKTUR DAN KEKUATAN TARIK KOMPOSIT POLYESTER**

Wahyu Tri Mulyanto, Ngafwan  
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl.A.Yani Tromol pos I Pabelan,Kartasura  
E-mail: [Wahyutryy17@gmail.com](mailto:Wahyutryy17@gmail.com)

## **ABSTRAK**

*Penelitian ini bertujuan untuk mendiskripsikan pengaruh mikro dan nano karbon aktif kulit bambu sebagai filler terhadap sifat mekanik dan fisis komposit polyester. Pembuatan komposit menggunakan variasi fraksi berat filler mikro dan nano karbon aktif 0,05 gram, 0,1 gram, 0,15 gram, 0,46 gram, dan 0,92 gram dengan resin polyester Yukalac 157 BQTN – EX. Pencampuran partikel karbon dengan resin menggunakan pengadukan dengan kecepatan putaran maksimum 2200 rpm selama 15 menit. Pembuatan spesimen uji tarik menggunakan standar uji tarik ASTM D 638-01. Sebelum dilakukan uji tarik, spesimen difoto makro untuk mengetahui susunan partikel karbon dalam komposit. Hasil foto makro didapatkan nilai rata - rata jarak dan diameter partikel karbon pada spesimen KA 0,05 gram sebesar 17,50  $\mu\text{m}$  , KA 0,1 gram sebesar 16,05  $\mu\text{m}$ , KA 0,15 gram sebesar 15,68  $\mu\text{m}$ , KA 0,46 gram sebesar 15,44  $\mu\text{m}$ , dan KA 0,92 gram sebesar 14,82  $\mu\text{m}$ . Semakin tinggi fraksi berat karbon maka semakin rapat jarak partikel karbon yang didapat. Diameter partikel karbon berukuran 2,59  $\mu\text{m}$  sampai 12,10  $\mu\text{m}$ . Hasil uji tarik didapatkan kekuatan tarik (yield) tertinggi pada spesimen 0,05 gram sebesar 30,65 N/mm<sup>2</sup>. Sedangkan nilai regangan maksimum tertinggi pada spesimen KA 0,05 gram sebesar 1,57 %, Pada saat proses pertambahan panjang terjadi pengecilan penampang pada area gauge, kemudian menyebabkan Kekuatan Tarik dan Regangan Tarik meningkat seiring berkurangnya jumlah filler karbon dalam komposit. foto SEM ( Scanning Electrone Microscope ) dilakukan setelah uji tarik spesimen, ini dikarenakan objek SEM adalah bagian patahan pada spesimen uji tarik untuk mengetahui struktur material pada patahannya, analisis SEM menggunakan perbesaran 1500x. Berdasarkan hasil foto SEM, bisa diamati nilai dari fraksi volume karbon. Didapatkan nilai rata-rata fraksi volume karbon aktif untuk fraksi berat 0,05 gram sebesar 14,74 %, fraksi berat 0,1 gram sebesar 16,85 %, fraksi berat 0,15 gram sebesar 17,94 %, fraksi berat 0,46 gram sebesar 20,5 %, dan fraksi berat 0,92 gram sebesar 27,01 % . , semakin besar fraksi berat maka bertambah pula nilai fraksi volumenya. Morfologi komposit dengan filler karbon aktif menunjukkan partikel karbon saling mengikat satu sama lain sehingga mengarah ke pembentukan serat.*

**Kata Kunci : Filler, Karbon kulit bambu, Karbon Aktif, Black Karbon**



# **EFFECT VARIATION OF WEIGHT FILLER ACTIVATED CARBON BLACK BAMBOO SKIN TO STRUCTURE AND TENSILE STRENGTH POLYESTER COMPOSITE**

Wahyu Tri Mulyanto, Ngafwan  
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl.A.Yani Tromol pos I Pabelan,Kartasura  
E-mail: [Wahyutryy17@gmail.com](mailto:Wahyutryy17@gmail.com)

## **ABSTRACT**

*This study aimed at describing the influence of micro and nano bamboo shell activated carbon as a filler on the mechanical and physical properties of polyester composites. Manufacture of composites using a variation filler weight fraction of micro and nano activated carbon of 0.05 grams, 0.1 grams, 0.15 grams, 0.46 grams and 0.92 grams of the polyester resin Yukalac 157 BQTN - EX. Mixing carbon particles with resin using a stirring with a maximum rotation speed of 2200 rpm for 15 minutes. Making test specimen using a standard tensile pull test ASTM D 638-01. Prior to tensile testing, the specimen was photographed a macro to determine the composition of the carbon particles in the composite. The results of the macro image obtained value - average distance and diameter of the carbon particles in the specimen KA 0.05 grams of 17.50  $\mu\text{m}$ , KA 0.1 gram of 16.05  $\mu\text{m}$ , KA 0.15 grams of 15.68  $\mu\text{m}$ , KA 0.46 grams of 15.44  $\mu\text{m}$ , and KA 0.92 grams of 14.82  $\mu\text{m}$ . The higher the weight fraction of carbon, the more tightly within the carbon particles are obtained. Diameter carbon particles size of 2.59  $\mu\text{m}$  to 12.10  $\mu\text{m}$ . Tensile test results obtained tensile strength (yield) on a specimen of 0.05 grams of 30.65 N / mm<sup>2</sup>. While the value of the highest maximum strain on specimens KA 0.05 gram by 1.57%, At the time of the length occurs diminution in the cross-section area of the gauge, then led Tensile Strength and Strain Drag increases as the reduced amount of carbon filler in composites. SEM (Scanning Microscope Electrone) made after the tensile test specimens, SEM is because the object is part of the fault on tensile test specimens to determine the structure of the material on the fracture, SEM analysis using 1500x magnification. Based on the SEM images, it can be observed the value of the volume fraction of carbon. The average value obtained volume fraction of activated carbon to the weight fraction of 0.05 grams of 14.74%, the weight fraction of 0.1 grams of 16.85%, 0.15 gram weight fractions of 17.94%, the weight fraction 0.46 grams of 20.5%, and the weight fraction of 0.92 grams of 27.01%. , The greater the weight fractions then increases the value of the volume fraction. Morphology composites with carbon filler actively demonstrate carbon particles bind to each other thus leading to the formation of the fiber.*

**Keywords:** Filler, bamboo skin Carbon, Activated Carbon, Carbon Black

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan kepada Allah swt atas nikmat dan rahmat-Nya sehingga penyusunan Laporan penelitian ini dapat terselesaikan. Tugas Akhir berjudul “PENGARUH VARIASI BERAT *FILLER BLACK* KARBON AKTIF KULIT BAMBU TERHADAP STRUKTUR DAN KEKUATAN TARIK KOMPOSIT POLYESTER” dapat terselesaikan atas dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis dengan segala hormat ketulusan hati ingin menyampaikan rasa terimakasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono MT, Ph.D, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Ngafwan, MT, selaku Dosen Pembimbing yang selama ini telah sabar membimbing dari pengerjaan penelitian hingga pembuatan laporan.
3. Bapak Tri Widodo B R. ST. MSc., Ph.D, selaku ketua program studi Teknik Mesin
4. Bapak Ir. Bibit Sugito, MT, selaku Pembimbing Akademik.
5. Kedua orang tua yang selalu memberikan do'a, dukungan, dan semangat selama pengerjaan penelitian.
6. Rekan satu kelompok skripsi yang selalu membantu dan memberikan masukan selama pengerjaan Tugas Akhir.
7. Mahasiswa angkatan 2011 yang selalu memberikan motivasi semangat bagi penulis.
8. Dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu persatu yang telah membantu hingga Tugas Akhir ini selesai.

Akhir kata, penulis mohon maaf sebelum dan sesudahnya, jika sekiranya terdapat kesalahan dan kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini, yang disebabkan adanya keterbatasan-keterbatasan antara lain

waktu, dana, literatur yang ada, dan pengetahuan yang penulis miliki. Harapan penulis semoga laporan ini bermanfaat untuk pembaca.

Tugas Akhir ini semoga dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan pihak lain yang membutuhkan, Amin ya Robbaallamin.

Surakarta,     Desember 2016

Wahyu Tri Mulyanto

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Pernyataan Keaslian Skripsi .....	ii
Halaman Persetujuan .....	iii
Halaman Pengesahan .....	iv
Lembar Soal Tugas Akhir .....	v
Motto .....	vi
Halaman Persembahan .....	vii
Abstrak .....	viii
Kata Pengantar .....	ix
Daftar Isi .....	xi
Daftar Gambar .....	xiii
Daftar Tabel .....	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Manfaat Penelitian .....	3
1.5. Metodologi Penelitian .....	4
1.6. Sistematika Penulisan .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tinjauan Pustaka .....	6
2.2. Landasan Teori .....	8
2.2.1. Unsur pembentuk Komposit .....	11
2.3. Pengujian Struktur Material (Foto Makro) .....	13
2.3.1 Hubungan antara fraksi berat dengan fraksi volume .....	13
2.3.2 Pengukuran jarak dan diameter .....	14
2.3.3 Pengukuran luas segitiga dan juring lingkaran .....	15
2.3.4 Fraksi <i>volume filler</i> ( $v_f$ ) mikro partikel karbon .....	16

2.4	Pengujian kekuatan tarik (uji tarik).....	17
2.5	Scanning Electron Microscope (SEM).....	23
BAB III METODE PENELITIAN		
3.1.	Diagram Alir Penelitian .....	25
3.2.	Prosedur Penelitian .....	26
3.2.1	Studi Pustaka .....	26
3.2.2	Pengambilan Dan Pembakaran Kulit Bambu .....	26
3.2.3	Penggilingan karbon kulit bambu .....	27
3.2.4	Pengaktifan Karbon Kulit Bambu .....	27
3.2.5	Persiapan Resin (Polyester) .....	29
3.2.6	Pembuatan Komposit .....	30
3.2.7	Pengujian Komposit .....	33
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN		
4.1.	Pengujian spesimen komposit .....	37
4.1.1.	Pengujian Struktur Material (Foto Makro).....	37
4.1.2.	Pengujian Kekuatan Tarik (Uji Tarik).....	49
4.1.3.	Analisis Struktur Mikro (Foto SEM). ....	52
4.2	Morfologi Permukaan Komposit .....	65
4.3	Pembahasan Grafik Hasil Pengujian .....	66
4.3.1	Pembahasan Grafik Jarak Partikel Karbon .....	66
4.3.2	Pembahasan Grafik Diameter Partikel Karbon .....	66
4.3.3	Pembahasan Grafik Fraksi Volume <i>Filler</i> .....	67
4.3.4	Pembahasan Grafik Hasil Uji Tarik Pada Titik Luluh .....	67
4.3.5	Pembahasan Grafik Hasil Uji Tarik Pada Titik Maksimum ..	67
4.3.6	Pembahasan Grafik Fraksi Volume <i>Filler</i> SEM .....	68
BAB V PENUTUP		
5.1.	Kesimpulan .....	69
5.2.	Saran .....	69
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Komposit Serat (Fibrous Composite).....	9
Gambar 2.2. Komposit Lapis.....	10
Gambar 2.3. Komposit Partikel.....	11
Gambar 2.4. Metode Teori Pengukuran Susunan <i>Fiber</i> Bentuk Segitiga.....	14
Gambar 2.5. Teori Pengukuran Susunan Partikel Bentuk Segitiga .....	14
Gambar 2.6. Susunan Partikel Bentuk Segitiga Dalam Pengukuran Fraksi Volume <i>Filler</i> .....	15
Gambar 2.7. Geometri spesimen uji tarik (ASTM D 638-01) .....	18
Gambar 2.8. Kurva Tegangan Regangan .....	18
Gambar 3.1. Kulit Bambu .....	26
Gambar 3.2. Proses Pembakaran .....	26
Gambar 3.3. Steel <i>Ball Milling</i> .....	27
Gambar 3.4. Pengaktifan Karbon Kulit Bambu .....	28
Gambar 3.5. Penjemuran Karbon Tahap 1 .....	28
Gambar 3.6. Panci Modifikasi .....	29
Gambar 3.7. Penjemuran Karbon Tahap 2 .....	29
Gambar 3.8. Resin dan Katalis .....	29
Gambar 3.9. Cetakan Spesimen Uji Tarik .....	30
Gambar 3.10 Timbangan Digital .....	30
Gambar 3.11. Alat Pengaduk .....	31

Gambar 3.12. Jangka Sorong .....	31
Gambar 3.13. Dino Lite .....	33
Gambar 3.14. Universal Testing Machine .....	35
Gambar 3.15. Alat Uji Foto SEM .....	36
Gambar 4.1. Metode Susunan Partikel Dengan Bentuk Segitiga .....	37
Gambar 4.2. Pengukuran Mikro Partikel Karbon Kulit Bambu Pada Spesimen Uji Tarik .....	38
Gambar 4.3. Susunan Partikel Bentuk Segitiga Dalam Pengukuran Fraksi Volume <i>Filler</i> ( $v_f$ ).....	44
Gambar 4.4. Bentuk Susunan Ideal Partikel .....	52
Gambar 4.5. SEM Komposit Filler Karbon Aktif Fraksi Berat 0,92 Gram ....	53
Gambar 4.6. SEM Dengan Perbesaran 8X .....	53
Gambar 4.7. SEM Komposit Filler Karbon Aktif Fraksi Berat 0,46 Gram ...	54
Gambar 4.8 SEM Dengan Perbesaran 8X .....	54
Gambar 4.9. SEM Komposit Filler Karbon Aktif Fraksi Berat 0,15 Gram ....	55
Gambar 4.10. SEM Dengan Perbesaran 8X .....	55
Gambar 4.11 SEM Komposit Filler Karbon Aktif Fraksi Berat 0,1 Gram ....	56
Gambar 4.12 SEM Dengan Perbesaran 8X .....	56
Gambar 4.13 SEM Komposit Filler Karbon Aktif Fraksi Berat 0,05 Gram ...	57
Gambar 4.14 SEM Dengan Perbesaran 8X .....	57
Gambar 4.15 Struktur Material Dengan Pendekatan Model Segitiga .....	61
Gambar 4.16 Pengamatan SEM Terhadap Pembentukan Struktur .....	65

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik <i>Unsaturated Polyester Resin</i> Yukalac 157® .....	13
Tabel 4.1. Jarak Dan Diameter <i>Filler</i> Mikro Partikel Karbon (cm) .....	39
Tabel 4.2. Jarak Dan Diameter <i>Filler</i> Mikro Partikel Karbon ( $\mu\text{m}$ ) .....	41
Tabel 4.3. Hasil Perhitungan jarak dan diameter dengan simpangan baku 18% .....	42
Tabel 4.4. Hasil Perhitungan Fraksi Volume .....	46
Tabel 4.5. Hasil Perhitungan Fraksi Volume <i>Filler</i> Dengan Simpangan Baku 20% .....	47
Tabel 4.6. Hasil Uji Tarik Spesimen <i>Filler</i> Partikel Karbon 0,92 Gram .....	49
Tabel 4.7. Hasil Uji Tarik Spesimen <i>Filler</i> Partikel Karbon 0,46 Gram .....	49
Tabel 4.8. Hasil Uji Tarik Spesimen <i>Filler</i> Partikel Karbon 0,15 Gram .....	49
Tabel 4.9. Hasil Uji Tarik Spesimen <i>Filler</i> Partikel Karbon 0,1 Gram .....	51
Tabel 4.10. Hasil Uji Tarik Spesimen <i>Filler</i> Partikel Karbon 0,05 Gram ....	50
Tabel 4.11. Hasil Uji Tarik Spesimen Raw Material .....	54
Tabel 4.12. Hasil Perhitungan Jarak Dan Diameter <i>Filler</i> Mikro Partikel Karbon (cm).....	58
Tabel 4.13. Hasil Perhitungan Jarak Dan Diameter <i>Filler</i> Mikro Partikel Karbon ( $\mu\text{m}$ ) .....	60
Tabel 4.14. Hasil Perhitungan Fraksi Volume <i>Filler</i> .....	62
Tabel 4.15. Hasil Perhitungan Fraksi Volume <i>Filler</i> dengan Simpangan Baku 18% .....	63